

UNJUK KERJA TURBIN AIR TIPE *CROSS FLOW* DENGAN VARIASI DEBIT AIR DAN SUDUT SERANG NOSEL

Yudi Setiawan, Irfan Wahyudi, Erwin Nandes
Jurusan Teknik Mesin, Universitas Bangka Belitung
Jl. Merdeka no. 04 Pangkalpinang
E-mail : yudiubb@yahoo.co.id

Abstrak

Turbin air adalah suatu mesin yang menghasilkan energi mekanik berupa putaran poros dengan memanfaatkan energi potensial air. Energi ini selanjutnya diubah menjadi bentuk energi lain seperti energi listrik. Turbin air yang digunakan di Indonesia sebagian besar adalah turbin aliran silang (*cross flow*). Turbin *cross flow* memiliki konstruksi yang sederhana dan memberikan biaya operasional kecil. Pentingnya dilakukan penelitian ini adalah untuk mengetahui pengaruh debit air dan variasi sudut serang nosel terhadap unjuk kerja turbin *cross flow*. Penelitian ini dilakukan menggunakan instalasi penelitian yang tersusun atas beberapa peralatan utama. Diantaranya runner (piringan dan sudu), nosel, rotameter, tachometer, dan neraca pegas. Penelitian ini menggunakan debit 5 gpm dan 10 gpm dengan variasi sudut serang nosel mulai dari 10°, 20°, 30°, 40°, 50°, 60°, 70°, dan 80° menggunakan sudu berjumlah 18. Unjuk kerja turbin *cross flow* ditunjukkan berdasarkan daya, putaran dan efisiensi turbin yang dihasilkan dari percobaan. Hasil percobaan menunjukkan bahwa debit 10 gpm ternyata lebih baik dibandingkan debit 5 gpm yaitu pada putaran (131,7 rpm), daya (0,901 watt) dan efisiensi (72,90 %) terjadi pada sudut 30°.

Kata kunci : Debit, Sudut Serang Nosel, Daya Turbin, Putaran, Efisiensi.

PENDAHULUAN

Sumber migas yang terdapat di bumi sangat terbatas dan pada suatu saat akan habis. Saat ini energi listrik merupakan salah satu sumber energi vital bagi kehidupan manusia, baik sektor rumah tangga, komersial, publik maupun industri. Havinato, J. (2009) menyatakan turbin *cross-flow* merupakan jenis turbin yang dikembangkan oleh Anthony Michell (Australia), Donat Banki (Hongaria) dan Fritz Ossberger (Jerman). Turbin *crossflow* dapat dioperasikan pada debit 20 litres/sec hingga 10 m³/sec dan head antara 1 s/d 200 m. Beberapa keunggulan turbin *cross flow* diantara kisaran operasi yang luas, sebagai alternatif Turbin Francis, pengaturan efisiensi yang tetap tinggi pada debit rendah, mudah dan murah proses fabrikasi dan pemeliharaan. Namun juga memiliki keterbatasan yaitu efisiensi lebih rendah dan pengaturan secara *load control*.

Beberapa penelitian tentang turbin air antara lain, Salim (2009) melakukan uji kelayakan turbin *cross flow* menggunakan pipa 3 inci dan jumlah sudu 10 buah menghasilkan efisiensi dan daya terbesar juga pada sudut 30 pada debit 10 gpm dibandingkan debit 6 gpm dan 8 gpm sebesar 3,96 %. Hasil ini memang lebih kecil dibandingkan penelitian yang dilakukan menghasilkan efisiensi mesin turbin

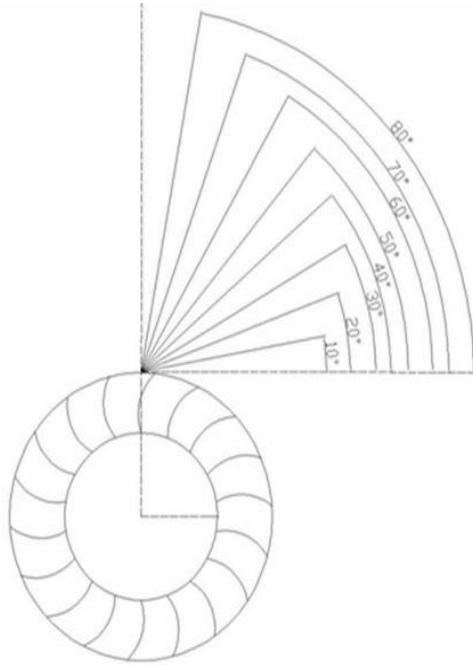
sebesar 14,56 %. Winardi, dkk (2004) menyimpulkan bahwa semakin banyak jumlah sudu, putaran turbin semakin meningkat. Sedangkan Setyarini, P., dkk, (2012) bahwa pada posisi sudut pancar miring torsi, daya dan efisiensi turbin air aliran silang lebih tinggi dibandingkan pada posisi sudut pancar horizontal atau vertikal.

Sumber energi ini berupa air sungai di wilayah pemukiman daerah perbukitan, ada beberapa air sungai yang dapat dimanfaatkan untuk membangkitkan energi listrik dengan menggunakan turbin air untuk memenuhi kebutuhan energi penduduk di sekitarnya. Turbin air *tipe cross flow* paling banyak diaplikasikan di masyarakat sebagai sebuah bagian dari pembangkit listrik tenaga air skala kecil (mikrohidro). Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh variasi sudut serang dan debit air terhadap unjuk kerja (putaran, daya dan efisiensi) turbin air *tipe cross flow*.

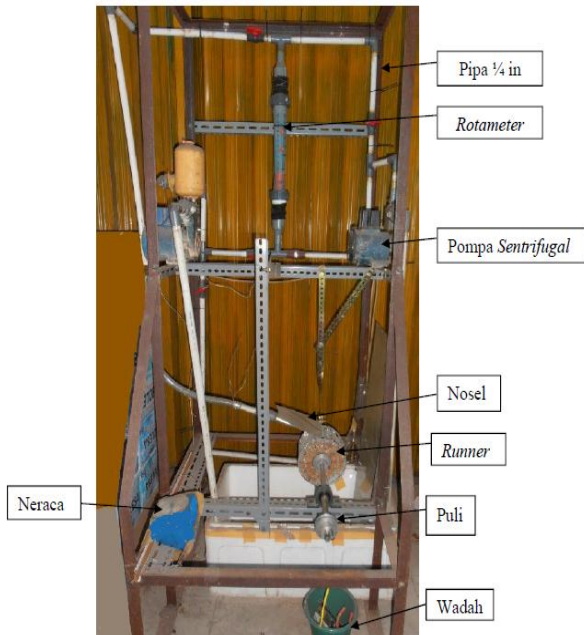
METODE PENELITIAN

Peralatan penelitian dirangkai dalam suatu instalasi penelitian yang tersusun atas pompa sentrifugal dengan spesifikasi debit maksimal 340 L/m yang tersusun atas beberapa

peralatan utama. Diantaranya runner (piringan dan sudu), nosel, *rotameter*, *tachometer*, dan neraca pegas. Penelitian ini menggunakan debit 5 gpm dan 10 gpm dengan variasi sudut serang nosel mulai dari 10°, 20°, 30°, 40°, 50°, 60°, 70°, dan 80° menggunakan sudu berjumlah 18.



(a)



(b)

Gambar 1.(a) variasi sudut serang nosel (b) Instalasi Penelitian

Unjuk kerja turbin *cross flow* ditunjukkan berdasarkan daya (P), putaran (N) dan efisiensi turbin (μ). Daya teoritis (P_o) adalah daya yang mungkin dihasilkan oleh potensi air yang ada. Daya turbin (P_T) adalah daya yang dihasilkan setelah daya teoritis tersebut dikonversi oleh turbin menjadi daya mekanik. Dietzel, Fritz (1990), besarnya daya teoritis:

$$P_o = \frac{1}{2}(\rho Q)v^2 \text{ dimana } V^2 = \sqrt{2gh}$$

Turbin air *cross flow* yang sedang dialiri air dengan debit (Q) akan berputar dengan kecepatan putaran turbin (N) rpm. Untuk setiap nilai Q yang dipilih, dilakukan pembebanan pada poros turbin hingga putaran turbin mencapai 0 rpm. Besarnya beban (M), dapat digunakan untuk mengetahui besarnya torsi turbin (T) yang pada akhirnya didapatkan daya turbin.

$$\text{Daya turbin} \quad P_T = T \cdot \frac{2\pi N}{60}$$

Nilai torsi (T) didapat dari selisih tegangan tali dengan beban kemudian dikalikan dengan jari-jari puli (R). Rumus untuk menghitung torsi adalah sebagai berikut :

$$T = (W - F) \cdot R$$

Dari persamaan diatas dapat diperoleh rumus efisiensi turbin (η_T) sebagai berikut:

$$\text{Efisiensi turbin} \quad \eta_T = \frac{P_o}{P_T}$$

HASIL DAN PEMBAHASAN

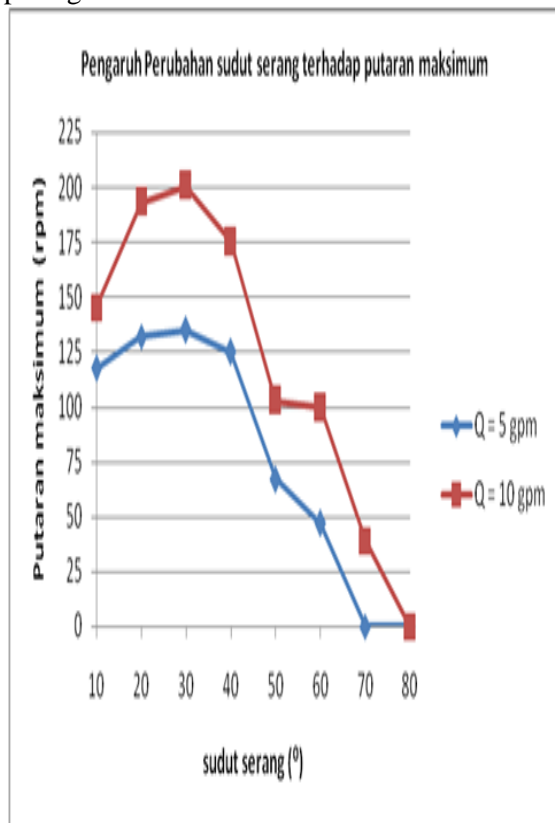
Variasi Perubahan Sudut Serang Terhadap Putaran Maksimum Turbin

Tabel 1. Pengaruh Perubahan sudut serang terhadap putaran maksimum turbin

Sudut Serang	Putaran Turbin (rpm)	
	Q = 5 gpm	Q = 10 gpm
10	117,367	145,233
20	132,033	193,267
30	134,9	200,5
40	124,9	175
50	67,0667	102,533
60	46,9	99,4667
70	0	38,8667
80	0	0

Berdasarkan tabel 1 perubahan sudut serang nozel terhadap kecepatan putaran turbin sangat berpengaruh. Kisaran besar putaran turbin pada debit 5 gpm yaitu 0 – 140 rpm. Pada debit air (Q) = 5 gpm ternyata sudut 30° memiliki kecepatan putaran turbin paling tinggi yaitu 134, 9 rpm. Sedangkan pada sudut serang yang lainnya putaran turbin semakin menurun. Bahkan pada sudut 70° dan 80° tidak dihasilkan putaran sama sekali. Hal ini berhubungan dengan posisi sudut yang semakin horizontal pada sudut kecil dan semakin vertikal pada sudut yang semakin besar. Sehingga posisi jatuhnya air terhadap turbin tidak maksimum untuk sudut yang cenderung horizontal maupun vertikal. Sebab pada posisi miring merupakan posisi terbaik dibandingkan dengan posisi horizontal atau vertikal (Soenoko, R. 1992).

Secara umum perbedaan putaran turbin terhadap perubahan sudut serang dapat dilihat pada gambar 2 berikut.



Gambar 2 Grafik Perubahan Sudut Terhadap Putaran Turbin

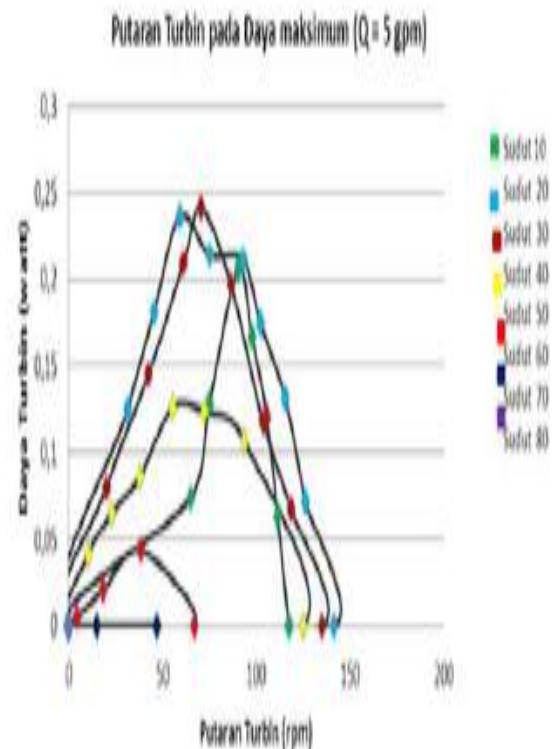
Kisaran besar putaran turbin pada debit 5 gpm yaitu 0 – 201 rpm. Sama halnya pada debit air (Q) = 10 gpm, sudut 30° memiliki pengaruh terbesar untuk kecepatan turbin yaitu dihasilkan 200,5 rpm. Hanya saja pada sudut 70° untuk debit air sebanyak 10 rpm masih

dihasilkan putaran turbin meskipun jumlah kecil.

Hal ini terjadi karena memang sudut terbaik untuk mendapatkan daya dan efisiensi maksimum pada suatu turbin air *cross flow* dilakukan pada sudut 30° . Dikarenakan pada sudut ini memang kecepatan air terbesar terjadi akibat pengaruh posisi semburan yang miring. Sebab pada posisi miring merupakan posisi terbaik dibandingkan dengan posisi horizontal atau vertikal (Soenoko, R. 1992).

Hubungan Putaran Turbin Pada Daya Maksimum untuk $Q=5$ gpm

Perbedaan daya maksimum yang dihasilkan pada setiap putaran turbin untuk sudut serang yang berbeda dapat dilihat pada gambar 3 berikut:

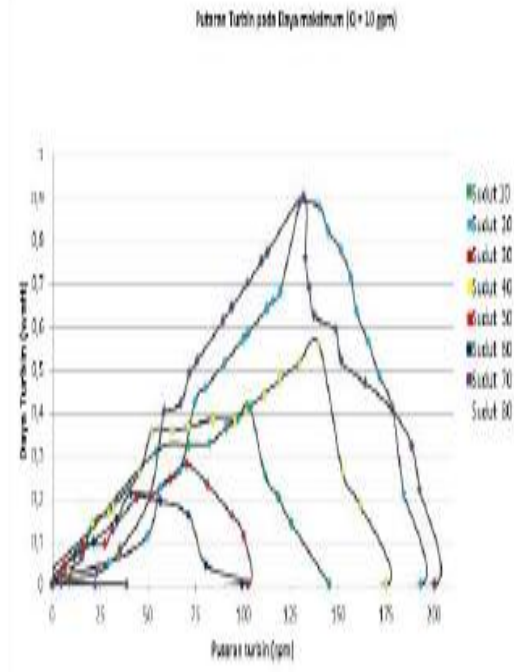


Gambar 3 Grafik Daya Turbin dengan Putaran Turbin pada debit 5 gpm

Daya terbesar dihasilkan pada saat posisi sudut serang sebesar 30° yaitu daya maksimum mencapai 0,2415 watt dengan putaran turbin sebesar 70,567 rpm. Selanjutnya semakin besar sudut ternyata daya turbin mencapai titik nol (turbin tidak bergerak sama sekali). Hal ini berhubungan dengan posisi sudut serang air semakin tegak lurus turbin sehingga turbin tidak bergerak.

Hubungan Putaran Turbin Pada Daya Maksimum untuk $Q = 10$ gpm

Pada gambar 4 terlihat perbedaan daya maksimum yang dihasilkan pada setiap putaran turbin untuk sudut serang yang berbeda.

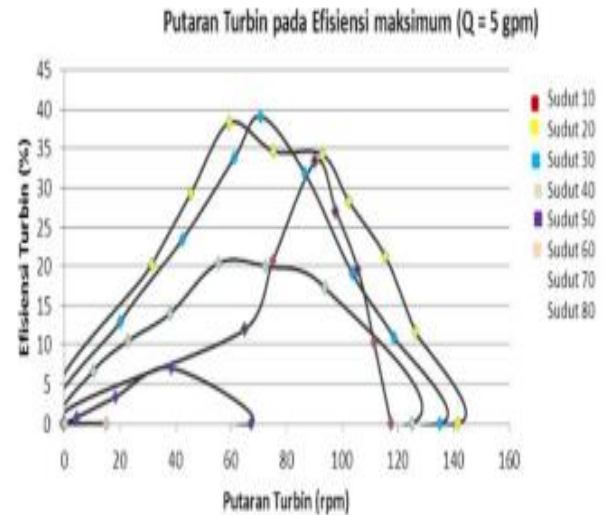


Gambar 4 Grafik Daya Turbin dengan Putaran Turbin pada debit 10 gpm

Daya terbesar dihasilkan pada saat posisi sudut serang sebesar 30° yaitu daya maksimum mencapai 0,901 watt dengan putaran turbin sebesar 131,7 rpm. Selanjutnya semakin besar sudut ternyata daya turbin semakin kecil hingga mencapai titik nol (turbin tidak bergerak sama sekali). Namun berbeda pada percobaan debit air 5 gpm, pada debit air 10 gpm untuk sudut 60° dan 70° masih dihasilkan putaran dengan daya yang semakin kecil. Hal ini disebabkan pada debit 10 gpm kuantitas/jumlah air yang masuk pada alat lebih besar sehingga memungkinkan untuk menggerakkan turbin meskipun putarannya semakin kecil. Hal ini juga berhubungan dengan posisi sudut serang air semakin tegak lurus turbin sehingga putaran turbin semakin kecil hingga turbin tidak bergerak.

Hubungan Putaran Turbin Pada Efisiensi Maksimum untuk $Q = 5$ gpm

Perbedaan besar efisiensi turbin pada setiap sudut serang dapat dilihat pada gambar 5 berikut:

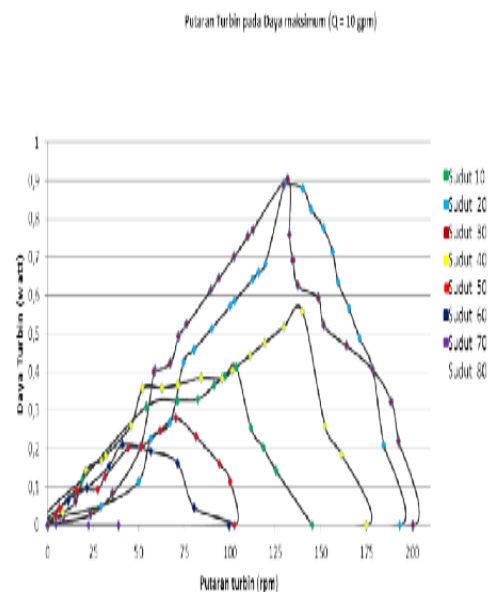


Gambar 5 Grafik Efisiensi Turbin dengan Putaran Turbin pada debit 5 gpm

Gambar 5 menjelaskan perbedaan besar efisiensi turbin pada setiap sudut serang yang diujikan. Kisaran tingkat efisiensi maksimum pada masing-masing sudut serang yaitu 0 – 40%. Sebanding dengan besar daya turbin efisiensi turbin juga dihasilkan pada debit 5 gpm dan sudut 30° yaitu sebesar 39,07 % dengan putaran turbin 70,567 rpm.

Hubungan Putaran Turbin Pada Efisiensi Maksimum untuk $Q = 10$ gpm

Hubungan antara efisiensi turbin dengan putaran turbin pada debit 10 gpm dapat dilihat pada gambar 6 berikut:



Gambar 6 Grafik Efisiensi Turbin dengan Putaran Turbin pada debit 10 gpm

Gambar 6 menggambarkan kisaran tingkat efisiensi maksimum pada masing-masing sudut serang untuk $Q = 10$ gpm yaitu 0 – 75%. Efisiensi maksimum turbin juga dihasilkan pada debit 10 gpm dan sudut 30° sebesar 72,90 % dengan putaran turbin 131,7 rpm.

KESIMPULAN

Daya maksimum dan efisiensi maksimum yang dihasilkan berturut-turut adalah 0,91 watt dengan tingkat efisiensi sebesar 72,90 % dengan kecepatan turbin sebesar 131,7 rpm terjadi pada debit 10 gpm. Sudut serang nosel terbaik untuk menghasilkan daya dan efisiensi mesin turbin air tipe *cross flow* adalah pada sudut 30° berlaku untuk tiap debit air yang diujikan. Putaran turbin maksimum terjadi pada debit 10 gpm dengan perbandingan debit yang diujikan 5 gpm. Semakin besar debit air yang digunakan maka semakin besar pula putaran turbin yang dihasilkan.

DAFTAR PUSTAKA

1. Dietzel, Fritz. 1990. Turbin, Pompa dan Kompresor. Jakarta : Erlangga.
2. Havinato, J. 2009. Penggunaan Turbin *Cross Flow* pada Pembangkit Listrik Tenaga Mikro Hidro. Deputy Manager Evaluasi Diklat dan *Assessment* PLN Pusdiklat.
3. Salim, N. 2009. Unjuk Kerja Turbin Air Tipe *Cross flow* dengan Variasi Jari-jari Kelengkungan Sudu. Yogyakarta Fakultas Teknik Universitas Gadjah Mada.
4. Setyarini, P., dkk. 2012. Unjuk Kerja Turbin Arus Lintang Berlorong Pengarah Dengan Variasi Sudut Pipa Pancar.
5. Soenoko, R. 1992. Desain Turbin Arus Lintang di Indonesia. Jurnal Vol. 1 No. 2 Desember 1992. Fakultas Teknik UNIBRAW.
6. Winardi, dkk. 2004. Pengaruh Jumlah Sudu Roda Jalan Terhadap Unjuk Kerja Turbin Aliran Silang. Jurnal Teknosains Vol. 2 No. 17 Tahun 2004. Fakultas Teknik Universitas Gajah Mada.